

#### Список использованных источников

1. Полищук А. Г., Туркин А. Н. Светодиодные светильники – эффективный метод решения проблемы энергосбережения [Электронный ресурс] // Энергосбережение. 2008. № 3. URL: [http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3968](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3968) (дата обращения 12.11.2015).
2. Шуберт Ф.Е. Светодиоды. М.: Физмалит, 2008. 496 с.
3. Асеев В. А., Тузова Ю. В., Бирик А. Ю. и др. Неорганический композит «стекло-люминофор» на основе свинцово-силикатной матрицы для белых светодиодов. Научно-технический вестник. СПб : Университет ИТМО. 2014. №5. С. 242-247.

УДК 624.9+388.51

### ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ПЛАСТИКА

#### SECOND LIFE OF PLASTIC MATERIAL

Сахно Д. П., Тухватулина Р. Ф., Селезнёва И. С.  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
[tynafa@rambler.ru](mailto:tynafa@rambler.ru), [ds1894@mail.ru](mailto:ds1894@mail.ru), [i.s.selezneva@urfu.ru](mailto:i.s.selezneva@urfu.ru)

Sakhno D. P., Tuhvatulina R. F. Selezneva I. S.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** Рассмотрена переработка вторичного сырья как одно из решений проблемы энерго- и ресурсосбережения. Представлены методы, позволяющие использовать вторичное сырье в строительстве дорог и в производстве строительных материалов.

**Abstract:** We considered conversion of secondary raw materials as one of problem resolutions power - and resource-saving. The methods allowing to use secondary raw materials in construction of roads and in production of construction materials are also provided.

**Ключевые слова:** ресурсосбережение; пластмасса; полимер; отходы; строительство.

**Key words:** resource saving; plastic material; polymer; waste; building.

Весь прогрессивный мир давно обеспокоен проблемой энерго- и ресурсосбережения. Сейчас уже некоторые «горячие головы» утверждают, что «... если не будут предприняты чрезвычайные меры, очень скоро мировая

энергетика исчезнет как уникальный феномен индустриальной цивилизации, не оставив взамен ничего» [1].

Ресурсосбережение является одновременно и фактором, и результатом развития рыночной экономики. Действующая в рыночных условиях конкуренция заставляет предприятия вне зависимости от формы собственности снижать издержки производства, проводить активную политику снижения себестоимости продукции, рационально использовать все виды ресурсов в целях увеличения массы прибыли [2].

Поскольку материальные затраты составляют значительный удельный вес затрат на производство промышленной продукции и в условиях конкуренции, когда качество выпускаемой продукции сходных по профилю предприятий находится на сравнительно одинаковом уровне, преимущественное положение на рынке будет принадлежать предприятиям более активно проводящим политику ресурсосбережения [3].

Одним из перспективных путей решения этой проблемы является переработка вторичного сырья. Настоящая статья посвящена рассмотрению использования пластика в качестве вторичного сырья.

Пластик – недорогой и невероятно универсальный материал, обладающий свойствами, которые делают его идеальным для применения во множестве областей [4].

В настоящее время существует несколько направлений, которые сориентированы на решение пластиковой проблемы.

Современные исследования показывают, что есть возможность использовать пластик, как вторичное сырье, в строительстве дорог. Так, голландская компания *VolkerWessels* объявила о своих планах по строительству пластиковых дорог, которые собираются по принципу конструктора *LEGO* из фабричных пластмассовых плит [5]. Проект *Plastic Road* рассматривается его разработчиками как «зеленая» альтернатива асфальту – модули нового дорожного покрытия будут изготавливаться из переработанных пластиковых бутылок. Однако у такой дороги есть одна особенность, которая заключается в том, что покрытие при намокании может скользить. Однако у разработчиков есть намерение устранить этот недостаток.

Пластиковое дорожное полотно требует меньшего обслуживания, чем традиционное асфальтовое и способно выдерживать более экстремальные температуры от  $-40$  до  $+80$  °С. Кроме того, строительство пластмассовых дорог занимает недели, а не месяцы.

*Volker Wessels* указывает на небольшой вес пластикового покрытия, меньшую нагрузку на землю, а также упрощенный доступ к инженерным коммуникациям под дорогой [3].

Помимо применения пластика, как вторичного сырья, в строительстве дорог существует возможность его использования в производстве строительных материалов.

На сегодняшний день, в отличие от традиционной технологии производства строительных материалов, существует методика их производства из полимер-песчаной композиции. Данная технология включает несколько этапов.

1. Подготовка сырья (отходов полимеров и песка).

Сырье, используемое при производстве полимер-песчаной черепицы, – это полимерные отходы в различных видах: упаковка, пластиковая тара, пришедшие в негодность изделия быта. Предлагаемая технология производства полимерно-песчаной черепицы из полимерных отходов не предполагает очистку и глубокую сортировку сырья (в отличие от известных ранее способов переработки, требующих тщательной сортировки пластмасс, их отмывки и сушки). Предлагается лишь придерживаться соотношения 40/60 так называемых мягких (полиэтилены) и жестких (полипропилены, полистиролы, АБС пластики, ПЭТ и пр.) полимеров. В таком примерно соотношении отходы и находятся на свалках. Необходимо также исключить тугоплавкие полимеры (поликарбонаты, фторопласты) и резины. Легкоплавкие, типа ПВХ, могут частично выгорать, но на качество полимер-песчаной черепицы это не влияет. Также выгорают примеси (бумага, пищевые отходы), испаряется влага.

Кроме отходов полимеров в производстве черепицы требуется песок. Он используется как наполнитель и должен быть сухим, просеянным. Не имеет значения, какого цвета песок и происхождения, но песок обязательно должен быть просушенным. Может использоваться и другой наполнитель, более доступный в конкретной местности.

2. Предварительная переработка сырья.

Отобранные и отсортированные на первом этапе пластики измельчаются на дробилке полимеров. Жесткий и мягкий пластик дробятся отдельно, после этого смешиваются в пропорции 60/40. Например, полиэтилены лучше ведут себя при отрицательных температурах и глянec на изделии получить проще, зато «твердые» полимеры добавляют жесткости и прочности при нагреве на солнце. Получается геометрически ровная и правильная черепица. Полимер-песчаная черепица получается тем качественнее, чем равномернее смешаны полимеры и песок.

3. Подготовка полимер-песчаной массы.

После первого измельчения отходы пластиков попадают в экструзионную машину, где при нагревании перемешиваются. Поскольку нет задачи перемешивать полимеры на молекулярном уровне, достаточно перемешать отходы пластиков, используя свойства вязкости расплавленных полимеров. В структуре полимерных отходов большое место занимают пленки полиэтилена и полипропилена. Они без измельчения добавляются в экструзионную машину.

4. Получение полимер-песчаной массы и формовка черепицы, тротуарной плитки, бордюрного камня и др.

Этот этап производства изделий из переработанного пластика завершающий. Смешивание песка, полимеров и красителей происходит в термошнекосмесительном агрегате (АПН) [6].

Измельченная полимер-песчаная масса смешивается с песком и красителями в разных пропорциях в зависимости от выпускаемой продукции. Для черепицы это соотношение: 24/75/1, для тротуарной плитки может быть 15/84/1.

Важно получить качественную смесь – частицы песка должны полностью обволакиваться полимерами, без пробелов. Это достигается уникальной конструкцией вала, рассчитанной опытным путем. Лопасты на валу расположены так, что при вращении вала скорость продвижения массы разная в 3х зонах нагрева, что обеспечивает полный расплав полимера и качественное смешивание с наполнителем. Таким образом, полученная полимер-песчаная масса с температурой на выходе около 170-190 °С и консистенцией тугого теста выдавливается из машины после открытия заслонки. Оператор отрезает ножом необходимое количество, взвешивает на весах и обычным совком укладывает в форму.

Форма, установленная на прессе с подвижной нижней плитой, охлаждается по-разному. Верхняя часть имеет температуру около 80 °С, а нижняя 45 °С, или охлаждается как можно сильнее, для быстреего формования изделия (30-50 с). Это делается для создания глянца на наружной стороне полимерно-песчаной изделия (например, черепицы), полимер как бы выдавливается вверх, заполняя поры между наполнителем. Для получения матовой поверхности полимерно-песчаной черепицы достаточно охладить верхнюю форму также сильно, как и нижнюю. Это применяется для производства полимерно-песчаной брусчатки. Если краситель не добавляется, изделие получается серого цвета, как бетон.

Стройматериалы из полимер-песчаной смеси устойчивы к маслам и другим химическим реагентам и могут использоваться в разных отраслях народного хозяйства [7].

Таким образом, переработка отслужившего свой срок пластика выступает как немаловажный фактор, способствующий решению проблемы ресурсосбережения [8].

Поэтому важно не только совершенствовать известные и искать новые способы переработки пластиковых отходов, но также разрабатывать методы оценки их экономической эффективности, что будет способствовать снижению себестоимости производимого продукта, снижению энергозатрат предприятия, сохранению окружающей среды, рациональному использованию ресурсов и увеличению прибыли предприятия в целом.

#### Список использованных источников

1. Проблемы энергосбережения [Электронный ресурс]. URL: <http://verdit.ru/finansing/4149-energy-conservation-problems-and-their-solutions.html> (дата обращения: 14.09.16).

2. Михайлов С. А., Балябина А. А. Основные направления инвестирования в области энерго- и ресурсосбережения // Проблемы современной экономики. 2009. № 2 С. 29-35.
3. Кожевников К. Экономические предпосылки энергоресурсосбережения [Электронный ресурс]. URL: <http://esco-ecosys.narod.ru>. (Дата обращения: 10.10.16).
4. Браун Д. Практическое руководство по синтезу и исследованию свойств полимеров / Д. Браун, Г. Шердрон, В. М. Керн. М. : Химия, 1976. 212 с.
5. Голландцы предложили строить дороги из пластика [Электронный ресурс]. URL: [http://topgearrussia.ru/news/25431\\_Gollandtsyi\\_predlojili\\_stroit\\_dorogi\\_iz\\_plastika](http://topgearrussia.ru/news/25431_Gollandtsyi_predlojili_stroit_dorogi_iz_plastika) (дата обращения: 14.09.16).
6. Федоров С. Н. Приоритетные направления для повышения энергоэффективности зданий // Энергосбережение. 2008. № 5. С. 20-25
7. Применение пластика в строительстве домов [Электронный ресурс]. URL: <http://roofers.su/plastikovaya-pvx-cherepica> (дата обращения: 14.09.16).
8. Сахно Д. П., Тухватулина Р. Ф., Абржина Л. Л. Утилизация отходов из пластмассы // Система управления экологической безопасностью: сб. тр. X заоч. междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 30–31 мая 2016). Екатеринбург : УрФУ, 2016. С. 211-216.

УДК 691.335

## **ВЛИЯНИЕ ФЕРРОХРОМОВОГО ШЛАКА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУХОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАПОЛЬНОЙ СМЕСИ**

### **INFLUENCE OF FERROCHROME SLAG ON MECHANICAL PROPERTIES OF DRY BUILDING FLOORING MORTAR**

Селянкина В. О., Сергеева Т. А., Герасимова Е. С., Краснянская Ю. В.  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, e.s.gerasimova@urfu.ru

Selyankina V. O., Sergeeva T. A., Gerasimova E. S., Krasnyanskaya Yu. V.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** Изучена возможность использования феррохромового шлака в составе сухой строительной напольной смеси. Выяснили, что введение 25 % шлака совместно с микрокремнеземом повышает прочность раствора на 40 %.

**Abstract:** The possibility of using ferrochrome slag in the composition of dry building flooring mixes was studied. It is found that the introduction of 25% slag in conjunction with silica fume increases the strength of the mortar by 40 %.